

Digitální fotogrammetrická stanice (DPW)

System kombinující HW a SW k provádění fotogrammetrických úloh na digitálních snímcích.

První digitální fotogrammetrická stanice byla prezentována v Kyotu v r. 1988 na 16. kongresu ISPRS.

Jedno či dvou monitorový systém, speciální vybavení oproti klasickému PC je vázáno na:

- výrazně vyšší paměťové nároky (RAM i vnější paměti – disková pole RAID),
- čipy pro HW kompresi (JPEG), dále MrSID, ECW
- kvalitní zobrazovací systém – speciální panoramatické obrazovky, speciální grafické adaptéry umožňující stereo vidění, speciální brýle
- 3D polohovací zařízení

Digitální fotogrammetrická stanice (DPW)



VrTwo® cardinal systems

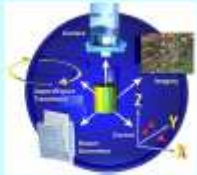
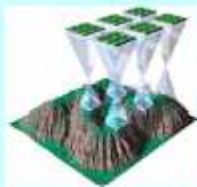
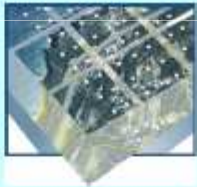

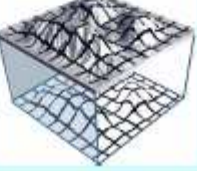
DPW - základní SW komponenty:

- Řízení, správa a distribuce dat
- Import naskenovaných obrazových dat
- Práce s vektorovými daty (CAD, GIS) a s DTM
- Základní radiometrická zvýraznění obrazu (práce s histogramem snímku, úpravy kontrastu, ...)
- Vizualizace v mono a stereo režimu
- Interní a externí orientace
- Fotogrammetrický sběr dat (aerotriangulace), měření na snímku či stereopáru
- Automatické generování DTM, editace, základní úpravy, generování vrstevnic
- Základní prvky automatické segmentace a klasifikace obrazu
- Transformace souřadného systému, definování prvků kartografické projekce
- Mozaikování snímků a úprava mozaiky (radiometrie, vyrovnání styků, ...)
- Tvorba ortofoto
- Nadstavby pro kartografické práce

Příklady SW řešení digitální fotogrammetrie

PRODUKT	FIRMA	WWW
DVP	DVP Geomatique	www.dvp.ca
SUMMIT Evolution	DAT/EM Systems Int	www.datem.com
Z/I Imaging	Zeiss, Intergraph	www.ziimaging.com
OrthoEngine	PCI Geomatics	www.pcigeomatics.com
VirtuoZo	VirtuoZo Systems Int.	www.virtuozo.com.au
SOCKET SET	LH Systems	www.lh-systems.com
Softplotter	Autometric	www.autometric.com
TNTmips	MicroImages	www.microimages.com
DiAP	ISM	www.ismcorp.com
OrthoMAX	ERDAS	www.erdas.com
PhoTopol	TopoL	www.topol.cz

Základní SW komponenty Imagestation (Intergraph)

<p>Project Management</p>		<p>ISPM</p>	<p>ImageStation Photogrammetric Manager</p>
<p>Orientation/Triangulation</p>		<p>ISMS ISDM ISAT</p>	<p>ImageStation Model Setup ImageStation Digital Mensuration + Satellite sensors ImageStation Automatic Triangulation</p>
<p>Stereo 3D Feature Capture</p>		<p>ISFC-M ISFC-G ISSD</p>	<p>ImageStation Feature Capture - MicroStation ImageStation Feature Capture – GeoMedia ImageStation StereoDisplay</p>
<p>DTM Collection & Edit</p>		<p>ISAE ISDC ISSD</p>	<p>ImageStation Automatic Elevations ImageStation DTM Collection ImageStation StereoDisplay</p>
<p>Orthophoto Production</p>		<p>ISOP ISBR</p>	<p>ImageStation OrthoPro ImageStation Base Rectifier</p>

3D Vizualizace digitálních snímků

Účel:

- zlepšení procesu interpretace
- zpřesnění výsledků měření
- nové možnosti vizualizace dat

Metody

- Anaglyf
- Stereoskop a půlená obrazovka či dva monitory
- Pasivní polarizační systém
- Speciální obrazovka využívající principu stereoskopického rastru
- Tekuté krystaly
- Chromo-Stereoskopie

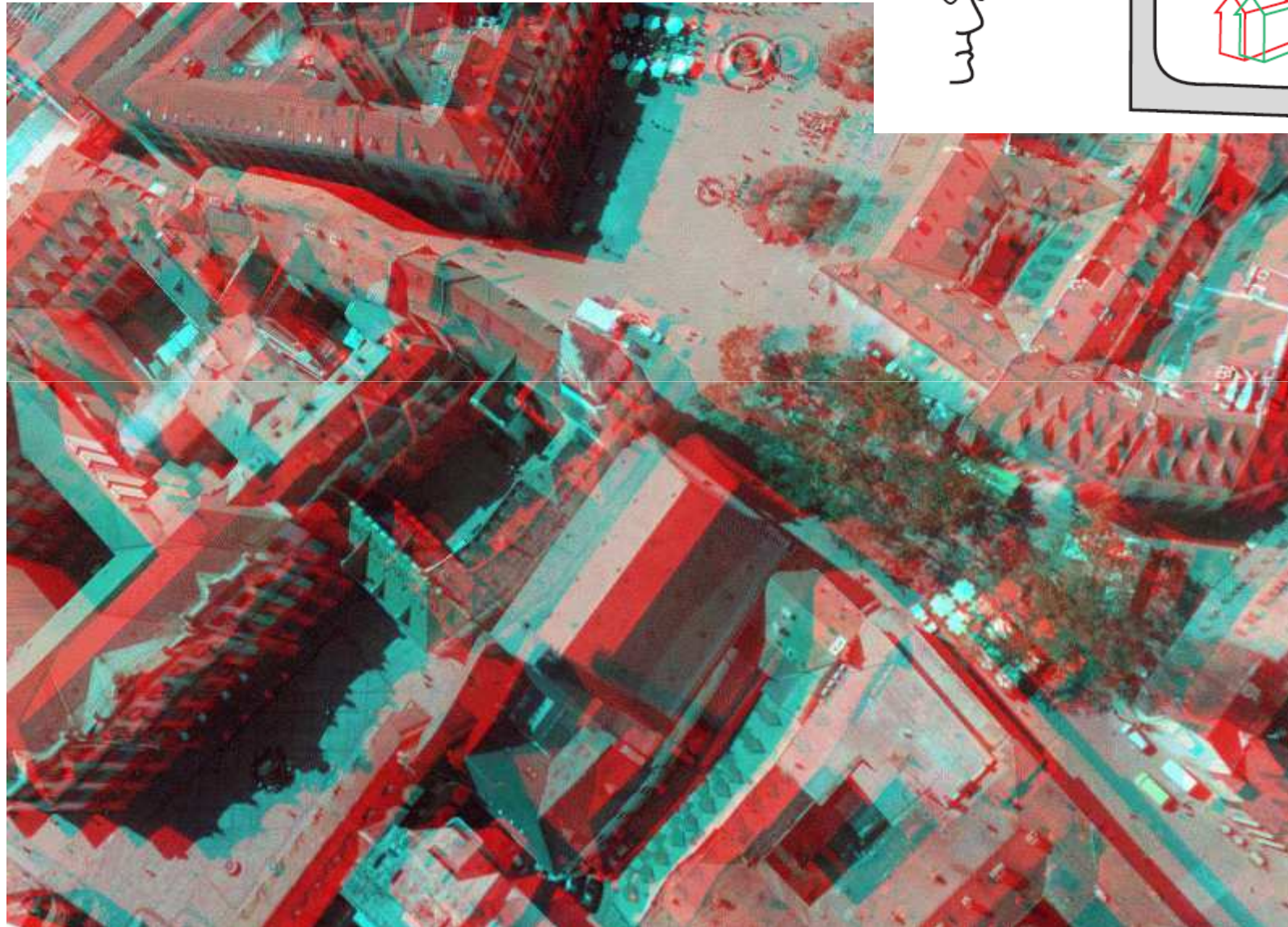
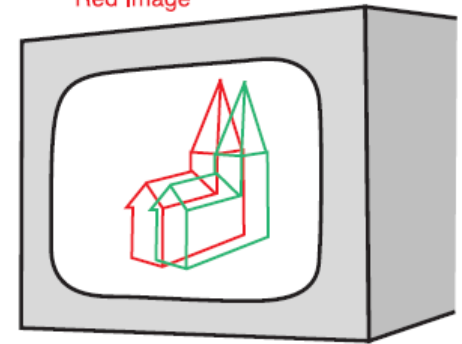
dossier_3dstereo.pdf

Anaglyf

Anaglyph Glasses

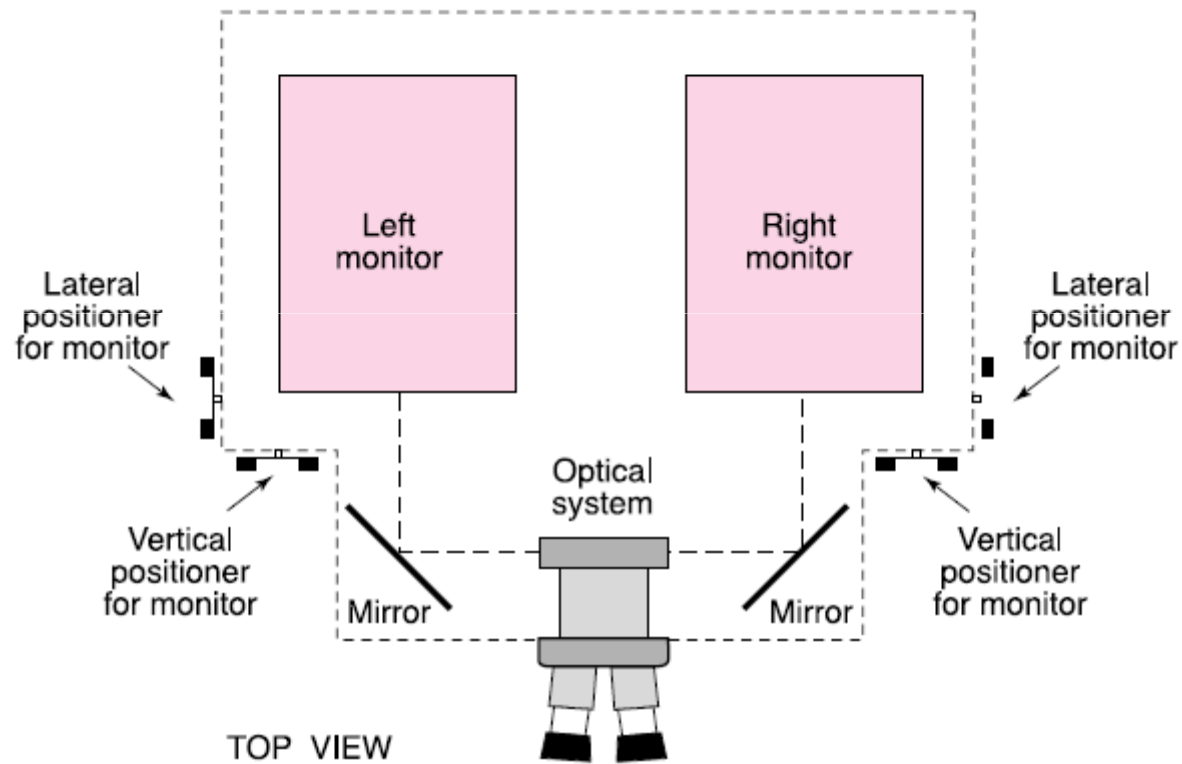


Red Image Green Image



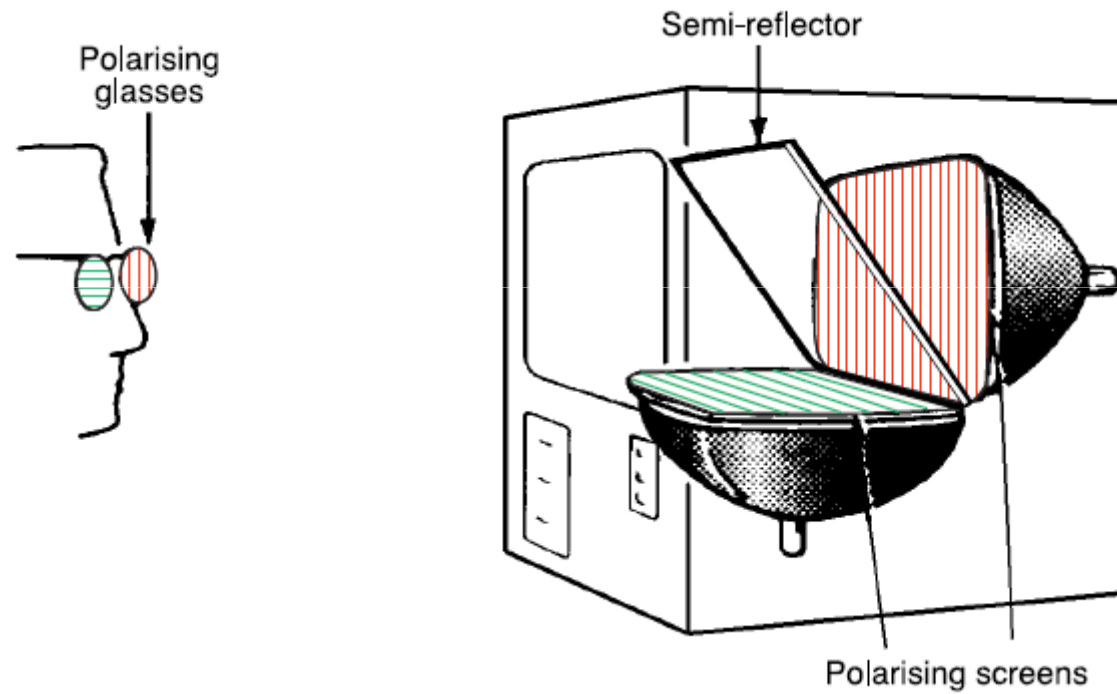
3D Vizualizace digitálních snímků

Stereoskop a půlená obrazovka či dva monitory



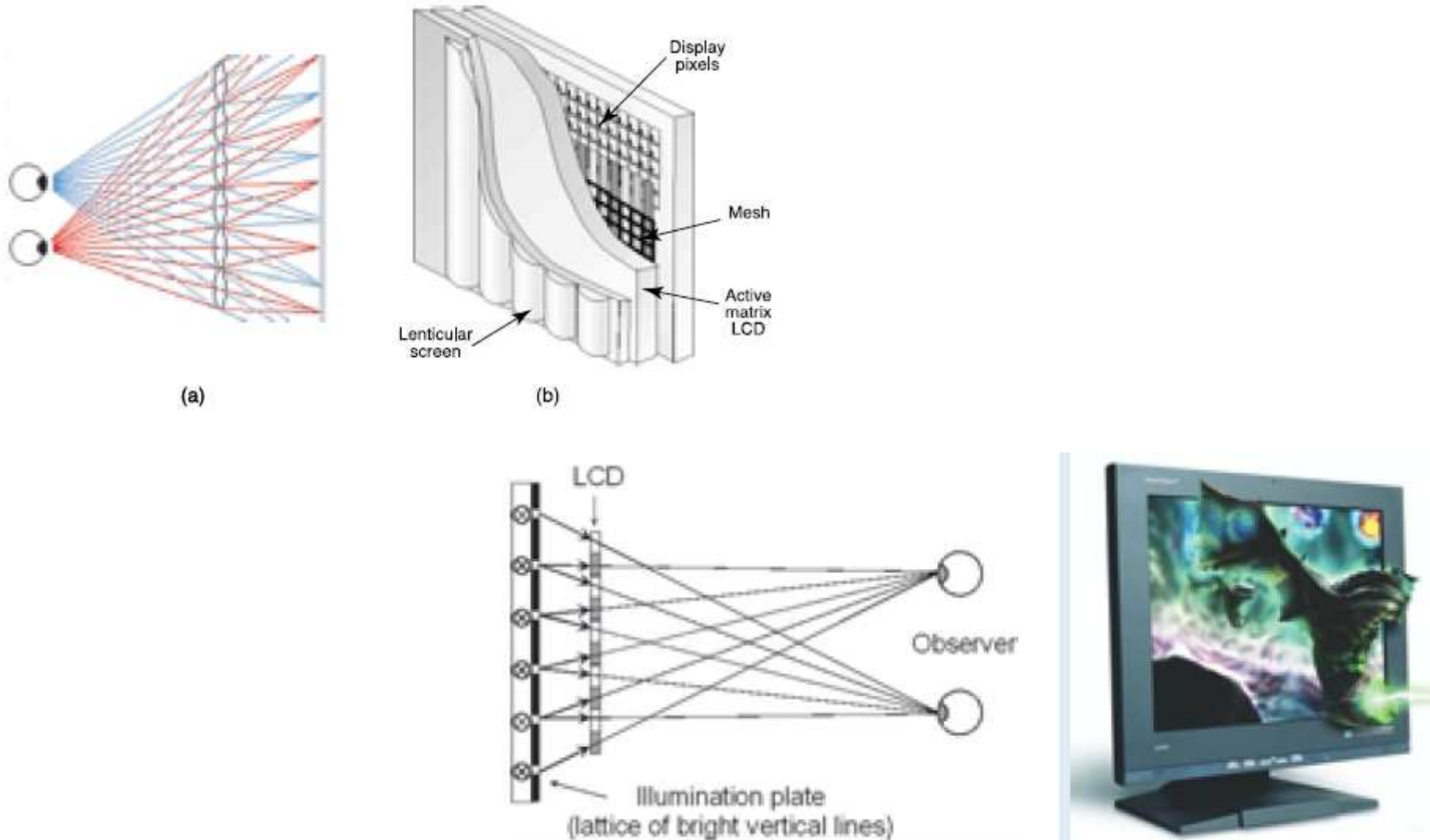
3D Vizualizace digitálních snímků

Pasivní polarizační systém

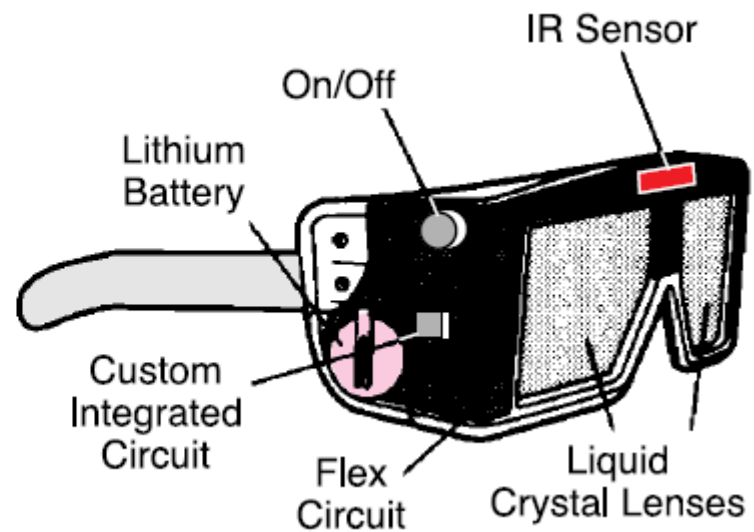
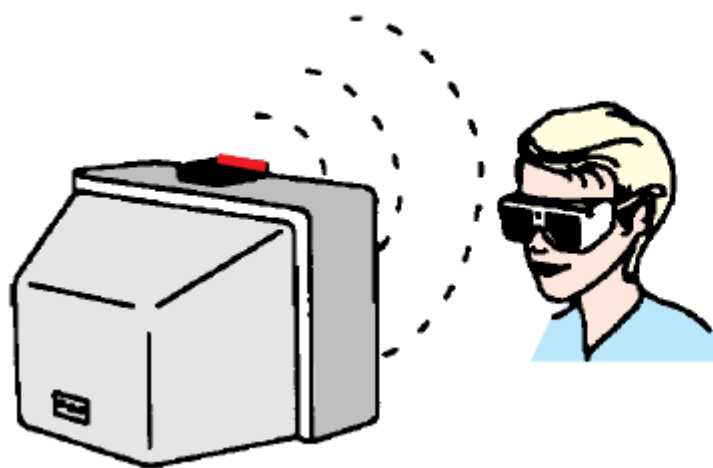


3D Vizualizace digitálních snímků

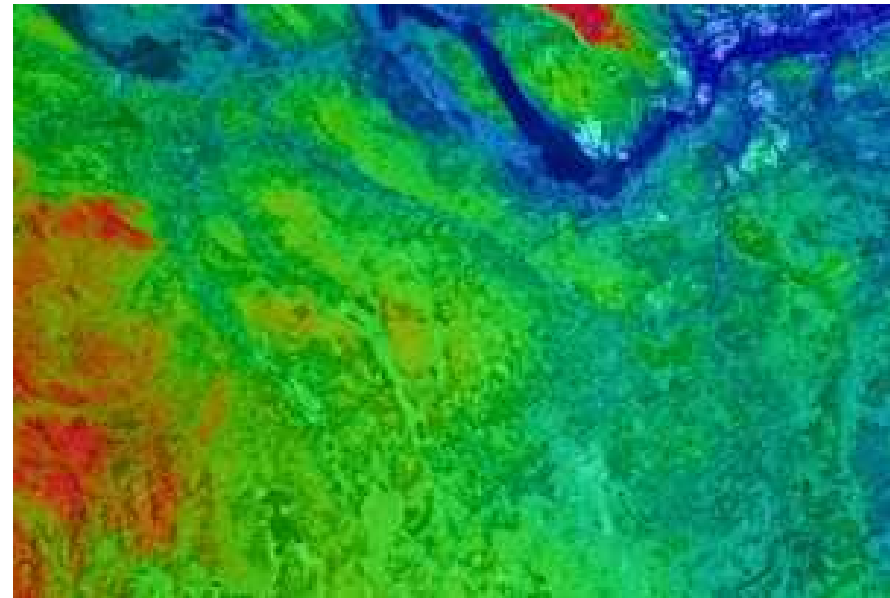
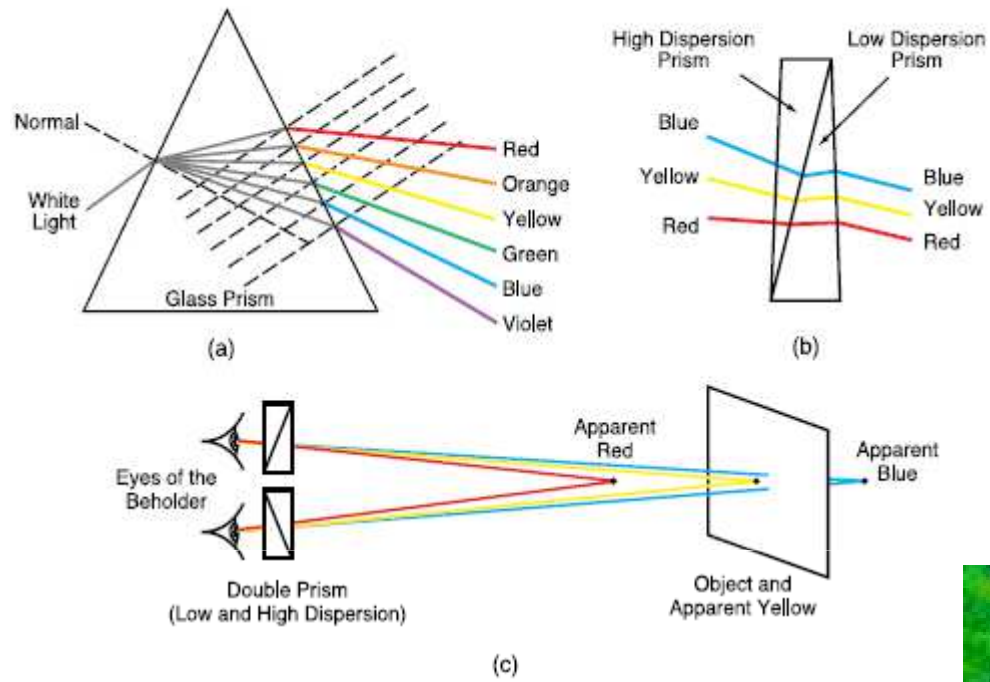
Speciální obrazovky využívající principu stereoskopického rastru



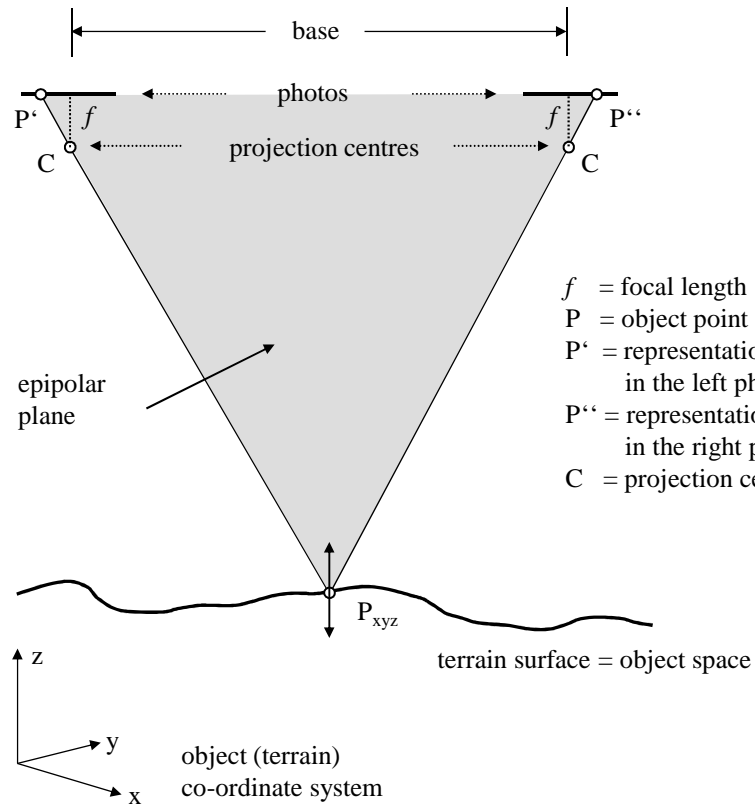
Tekuté krystaly



Chromo-Stereoskopie



Měření a sběr dat (3D feature collection)



f = focal length
 P = object point
 P' = representation of P in the left photo
 P'' = representation of P in the right photo
 C = projection centre



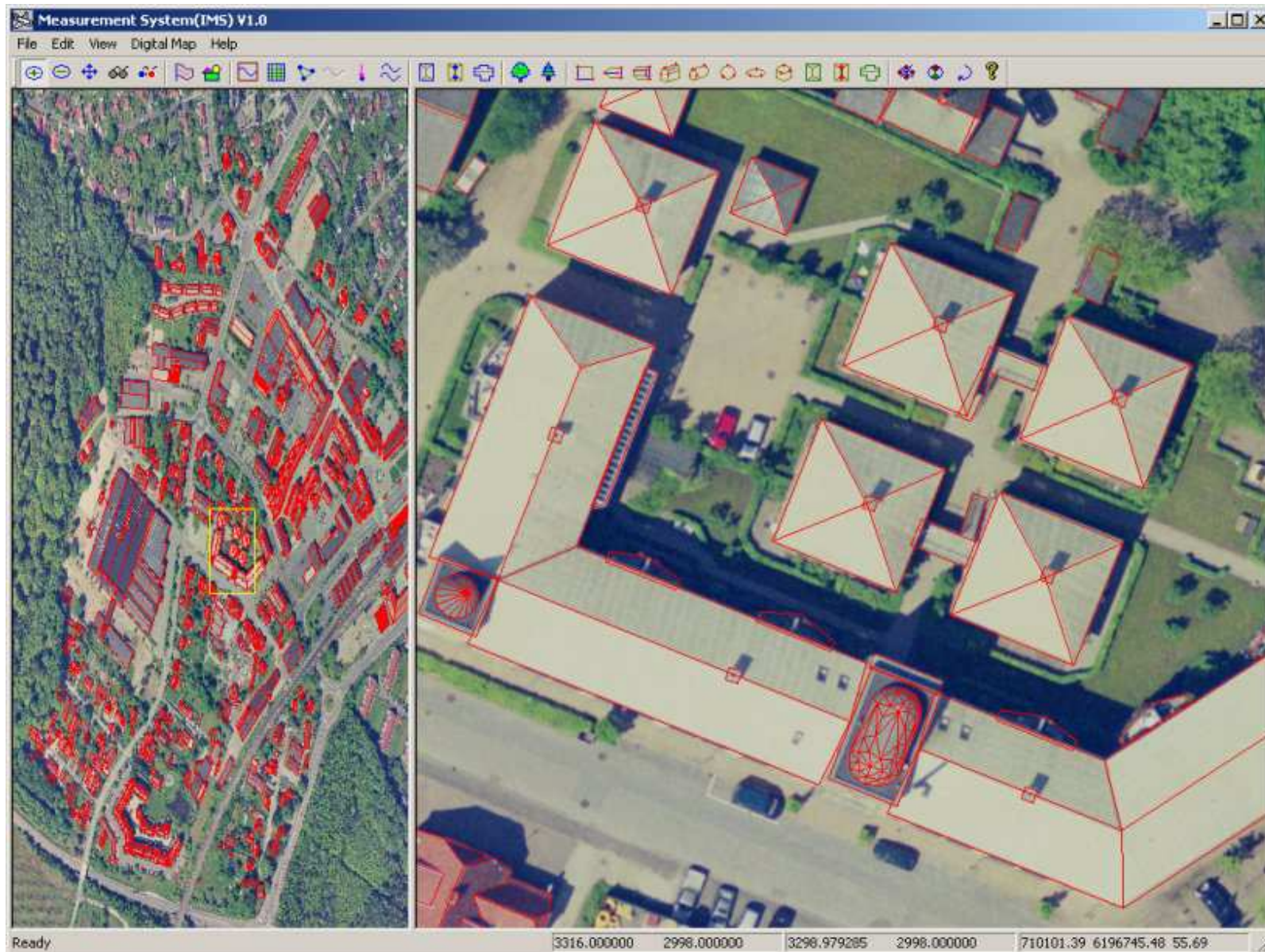
- manuální umístování **měřické značky** na povrch modelu
- automatické generování objektů (linií polygonů)
- generování sítě bodů (aerotriangulace,...)

Měření a sběr dat (3D feature collection)



- poloautomatické metody – vyhledávání linií, „doplňování“ geometrických tvarů, ...

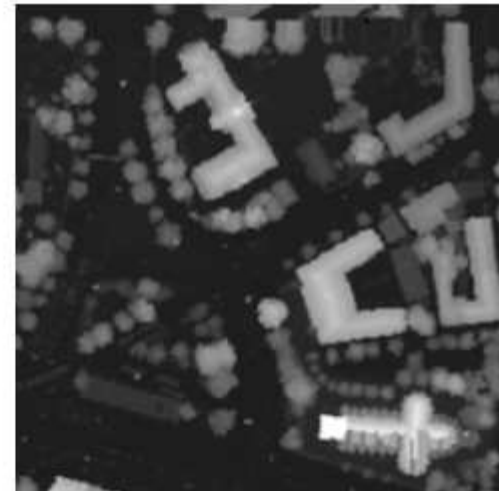
Automatická extrakce budov



Automatická extrakce budov – propojení dat z leteckého a laserového snímání

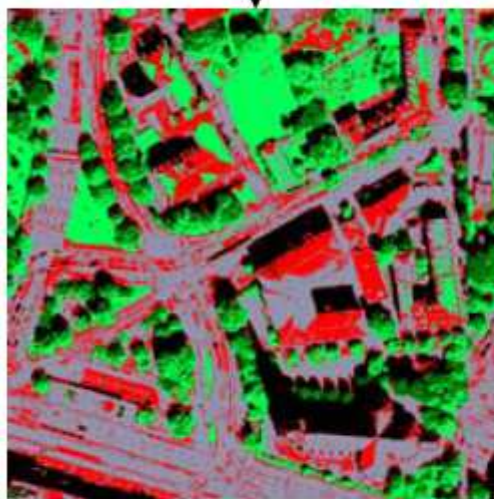


Colour IR Ortho Image

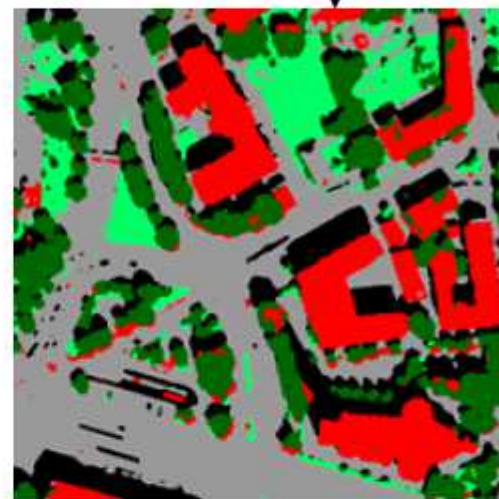


Height data from aerial laser scanning

Courtesy of IFP, Stuttgart



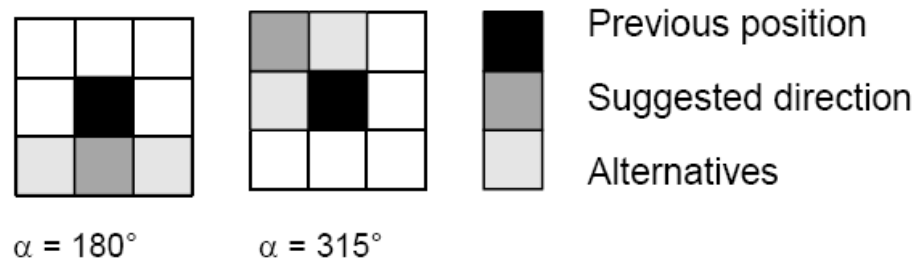
Classification based on spectral information



Classification based on spectral and height information

Automatické vyhledávání linií (komunikací)

A simple line-following algorithm checks the neighbouring pixels, uses **thresholding** (grey values too different are rejected) and sometimes also **weight** the direction (higher probability that the road continues in the same direction).



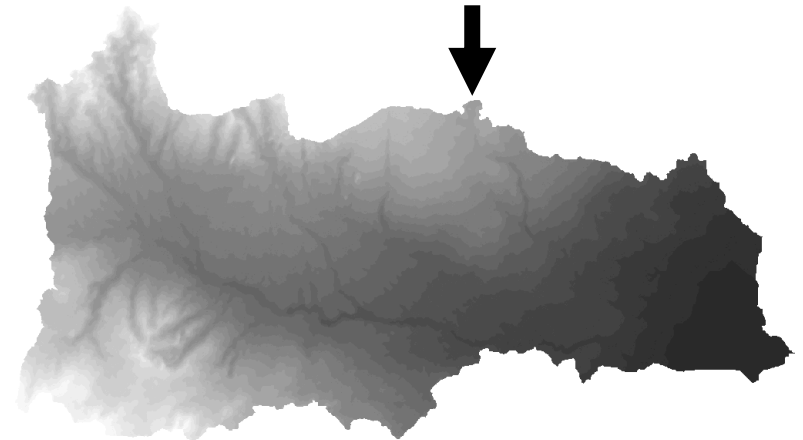
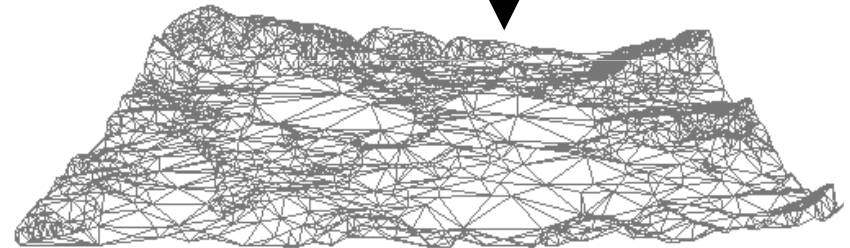
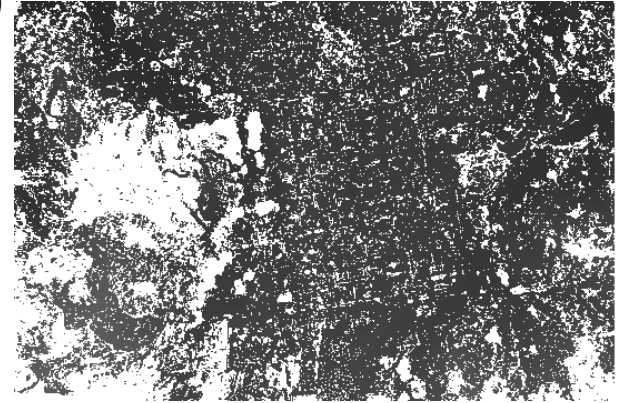
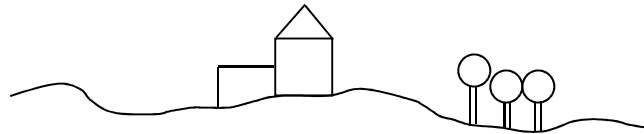
- problém definování počátku a konce linií
- stíny, stromy, auta, změna povrchu
- propojení segmentů do sítě

Vyhodnocení polohopisu

- filtrace obrazu, ostření a detekce hran
- segmentace obrazu
- automatické rozpoznávání objektů (porovnávání se vzorem)
- automatická, a poloautomatická vektorizace (předzpracování metodou vysokopásmové filtrace a generování linie vyhledáváním lokálních extrémů v předem definovaném okolí bodu)
- opravy na pravoúhlost objektů, doplnění čtvrtého vrcholu čtyřúhelníka apod.

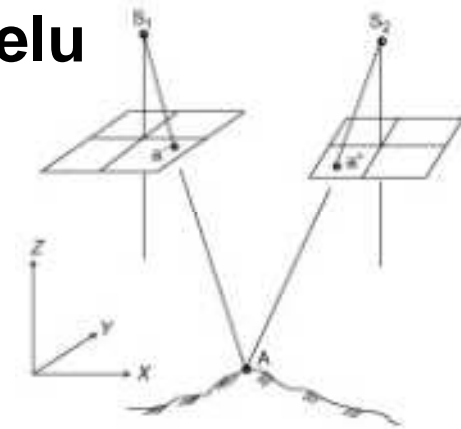
Tvorba výškového modelu

- Digitální výškový model (DEM – digital elevation model)
- Digitální model terénu (DTM – digital terrain model)
- Digitální model povrchu (DSM – digital surface model)



Automatické generování výškového modelu

Obecný postup automatického generování DSM sestává z následujících kroků:



1. provedení vnitřní a vnější orientace stereopáru za pomoci vlíčovacích bodů – nutné je určení snímkových a skutečných souřadnic těchto bodů a orientace s využitím kolineárních rovnic.
2. Definování vazacích bodů na překrývajících se částech všech fotografií – dobře identifikovatelných bodů v částech obrazu s dostatečným kontrastem.
3. Vyhledávání odpovídajících obrazů bodů na druhé fotografii v stereopáru (**A. diferenciální překreslování B. obrazová korelace**)
4. Výpočet výšky nalezeného bodu
5. Interpolace bodů do spojitého povrchu

Automatické generování výškového modelu

Nastavení parametrů modelu

Automatic DEM Extraction

Stereo pairs:

Select	Left Image	Right Image	Eppolar Pair	Eppolar DEM	DEM Report
<input checked="" type="checkbox"/>	lismore-97025-84	lismore-97025-85	Online	lismore-97025-84_lismore-97025-85	lismore-97025-84_lismore-97025-85
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					

Select All Select None

Eppolar DEM Extraction Options

Minimum elevation:

Maximum elevation:

Failure value:

Background value:

DEM detail:

Output DEM channel type:

Pixel sampling interval: Resolution: 0.4

Use clip region

Fill holes and filter

Create score channel

Delete Eppolar Pairs after use

Geocoded DEM

Create Geocoded DEM

Delete Eppolar DEMs after use

Output filename:

Upper left: X Y

Lower right: X Y

Resolution: X Y

DEM bounds: All images Selected images

Output option:

Extraction Start Time

Start now

Start at (hh:mm)

a.m. p.m.

Automatické generování výškového modelu

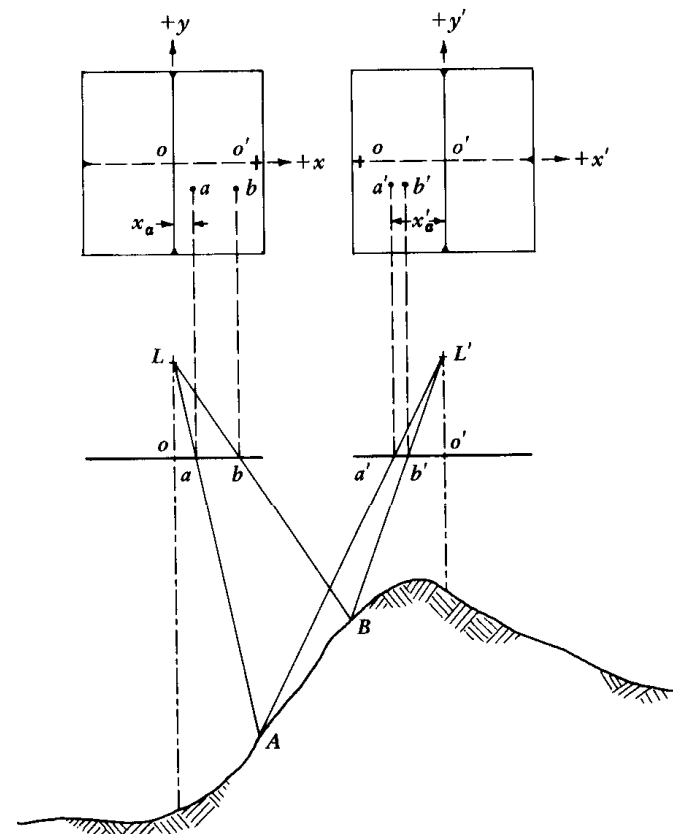
A. Diferenciální překreslování (stereoskopické vyhodnocování)

- Je vytvořen zdánlivý 3D model zpracovávaného území.
- Zpracovatel má k dispozici speciální polohovací zařízení, ovládané ve směru všech os x,y,z, které ovládá tzv. měřickou značku.
- Polohovacím zařízením zpracovatel umísťuje měřickou značku tak, aby spočívala na terénu a zaznamená polohu bodu ve 3D.
- Značku lze nastavit na konstantní výšku a snímat jednotlivé vrstevnice.
- Jiný postup je založen na vytvoření sítě bodů podle předem zadaných parametrů. Souřadnice jsou měřeny pro uzly sítě.
- DTM je vytvořen interpolací z uzlů sítě.
- **Manuální** postup – zpracovatel postupně staví značku na povrch terénu se kombinuje s **automatickým** vytvořením kostry bodů, které jsou doplněny dalšími vhodnými (lomovými) body – hřbetnice a údolnice.
- Hustotu zaměřovaných bodů lze měnit podle komplexnosti terénu.

Automatické generování výškového modelu

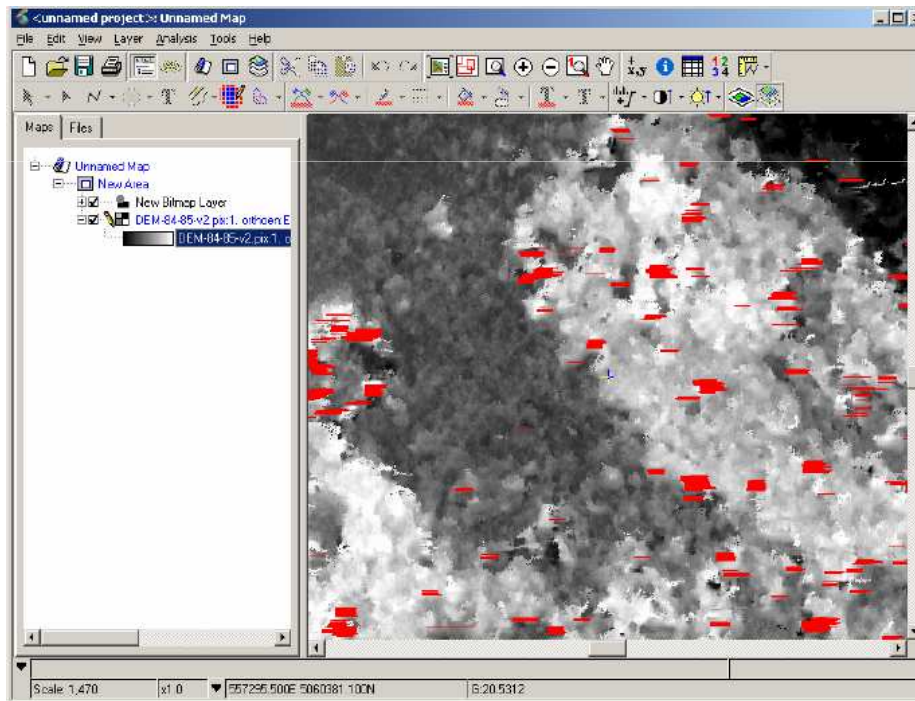
B. Obrazová korelace

- Automatické generování DSM založené na porovnávání obrazů
- Snímková dvojice je orientována a převedena do epipolární projekce
- Algoritmus na základě korelačního koeficientu jako míry podobnosti hledá polohu určitého bodu z levé fotografie na fotografii pravé.
- Z rozdílu v poloze objektu na L a P fotografii lze zjistit **horizontální paralaxu**.
- Velikost paralaxy je úměrná vzdálenosti objektu od snímacího systému.
- Za předpokladu dostatečně přesné orientace modelu je tedy paralaxa nositelem informace o výšce objektu.



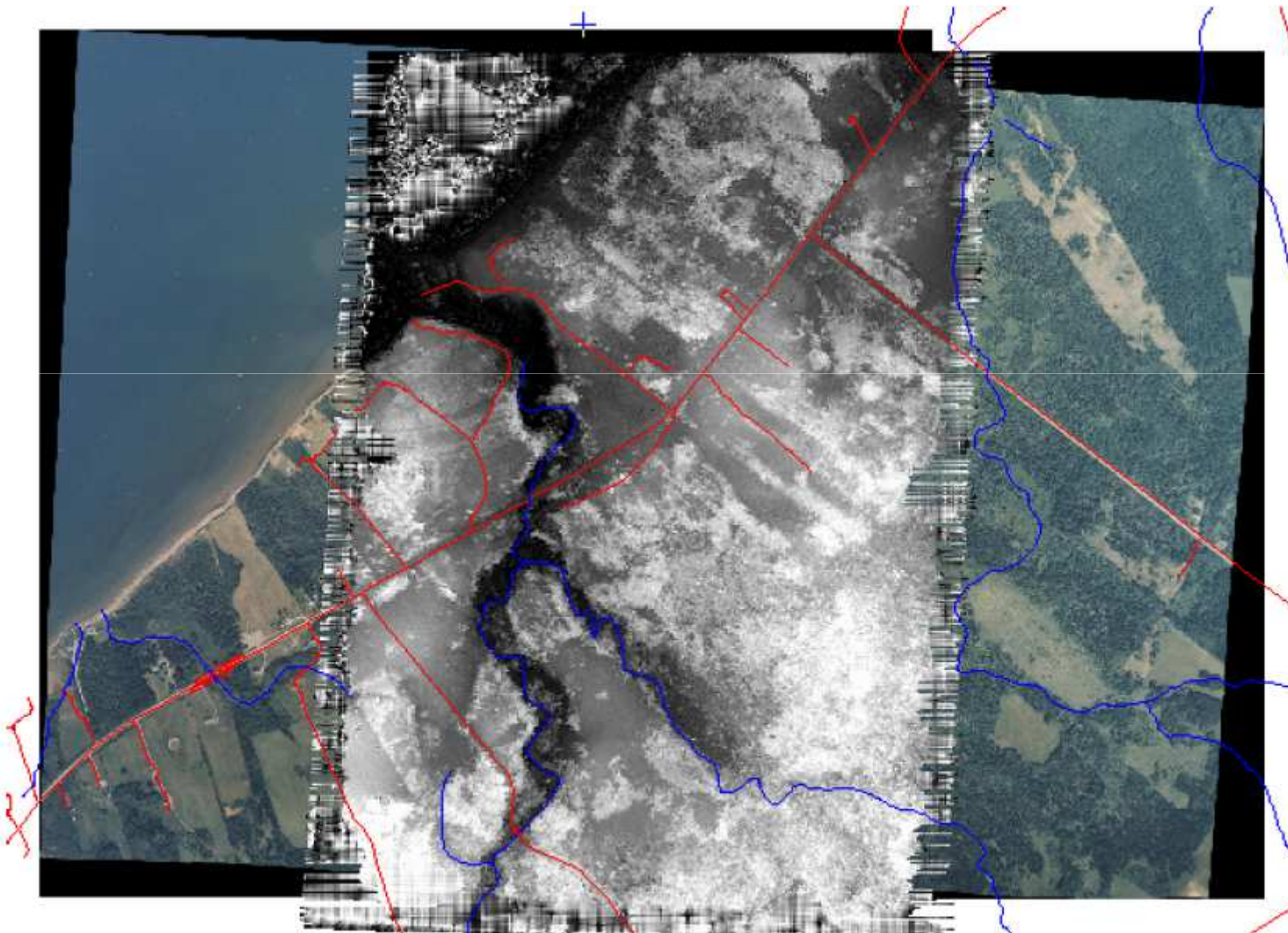
Automatické generování výškového modelu

- Vytvořené pole bodů (pixelů) obsahuje množství nesprávně určených dat, pro části obrazu nebylo nalezeno řešení obrazové korelace.
- Je nutná editace a úpravy
- Detekce chyb (prahování, logická kontrola)
- Filtrace obrazu, interpolace



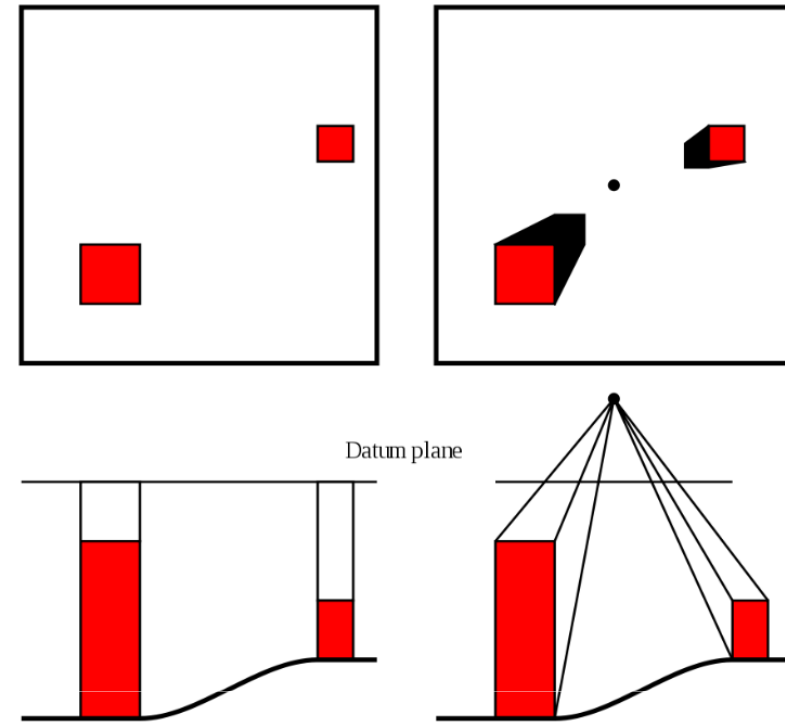
Automatické generování výškového modelu

Vizualizace

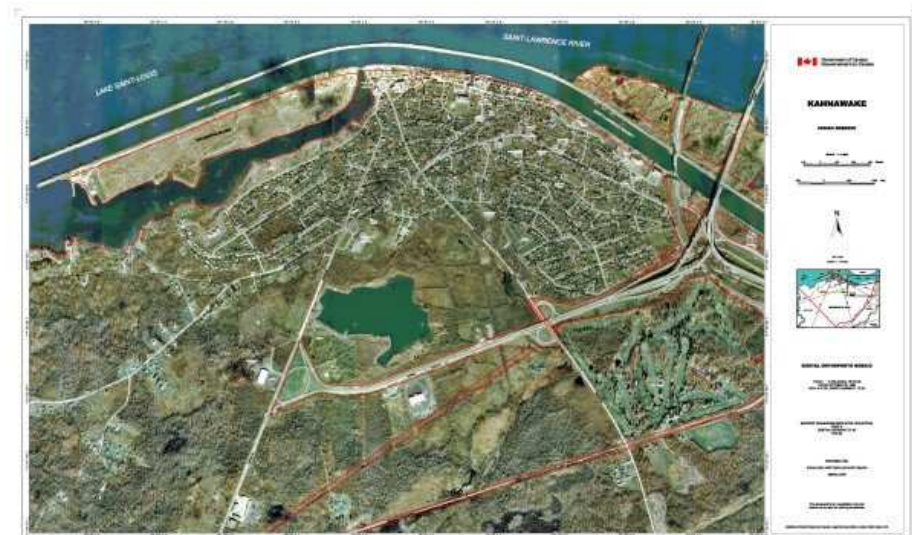


Digitální ortofoto

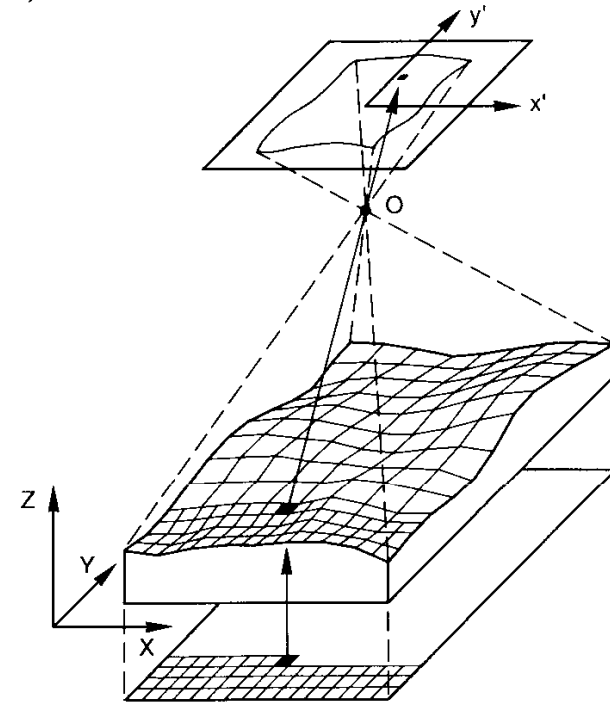
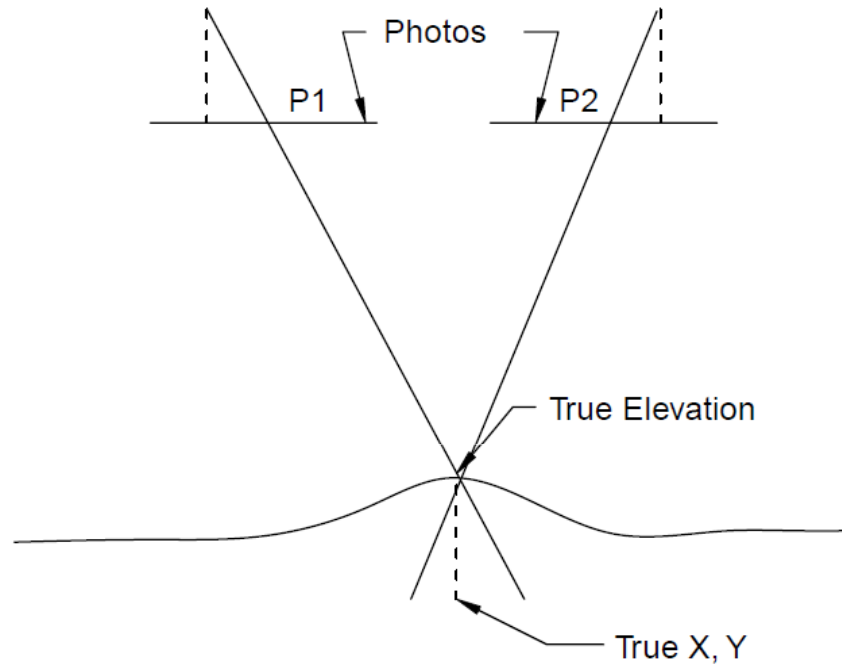
- Převod středové projekce snímků do ortogonální roviny.
- Orientací modelu a překreslením jsou odstraňovány především distorze způsobené převýšením terénu, sklonem snímku, dále zkreslením objektivu, zakřivením země, atmosférickými refrakcemi atd.
- Překreslením vzniká **ortofotosnímek**



- Z ortofotosnímku vzniká **ortofotomapa**
- Doplnění vektorové kresby, vrstevnic, ...
- Doplnění snímku do podoby mapové kompozice
- Převedení do kladu mapových listů



Vytváření ortofotosnímku (diferenciální překreslení)



Do procesu ortorektifikace vstupují:

- 1) původní snímky,
- 2) parametry vnitřní a vnější orientace
- 3) model terénu (případně DSM– viz. dále)

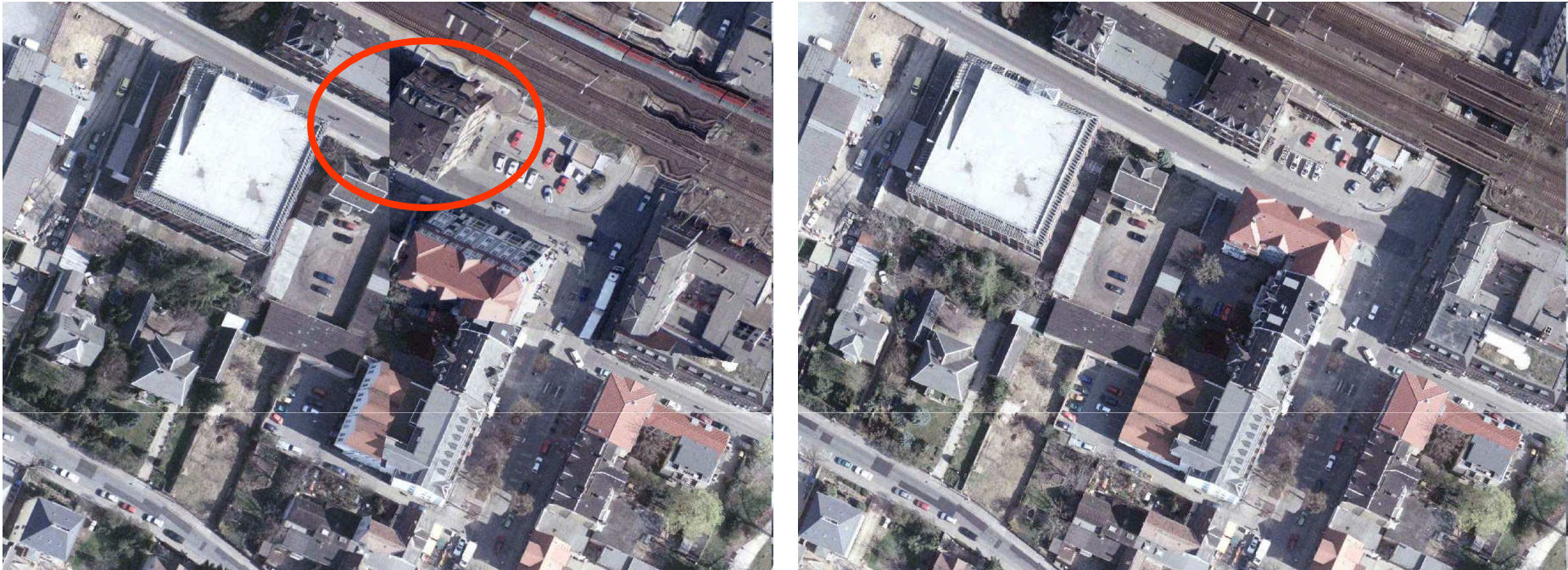
Digitální ortofotosnímky

- Odstranění relativních změn v poloze bodů je dosaženo tak, že pro každý pixel modelu terénu se hledá odpovídající pixel na snímku.
- Hodnota stupně šedi je určena některou z metod **převzorkování**.
- Parametry modelu terénu musí vyhovovat požadovaným parametrům ortofotomapy. Není vhodné překreslovat snímek s velikostí pixelu 0,1 m na model s relativní výškovou chybou 2 m. Přesnost použitého modelu terénu ovlivňuje přesnost ortofoto.
- Pro nadírové snímky vystačíme s méně přesným DTM, naopak snímky šikmé (“off nadir“) vyžadují přesnější model terénu.
- Pro letecké fotografie s přibližným měřítkem 1: 60 000 a větším se doporučuje vertikální přesnost DTM kolem 1 m.
- Velikost obrazového prvku výsledného ortofoto by měla být stejná či větší než velikost pixelu vstupního snímku.
- Problémy u skokově převýšených objektů u kterých exaktní korekce není zcela možná.
- Tyto lze částečně řešit zmenšením obrazového úhlu kamery či zvětšením překryvu (viz. **true ortofoto**).

Programy pro podporu a tvorbu ortofotomap

- **Geometricky „správné“** překreslené snímky je nutné upravovat, tak aby tvořily jeden celek – aby byly **„správné“ radiometricky**
- Jednotlivé snímky mají různou barevnost, vignetaci, sluneční skvrny, ...) – je zapotřebí je spojit do jednoho celku bez zřetelných přechodů.
- Pro vlastní mozaikování se definují spojovací hrany – seamlines (automaticky, manuálně, import).
- Probíhají úpravy histogramu (histogram matching) – radiometrické vyrovnání, vyrovnání jasu a kontrastu.

Programy pro podporu a tvorbu ortofotomap



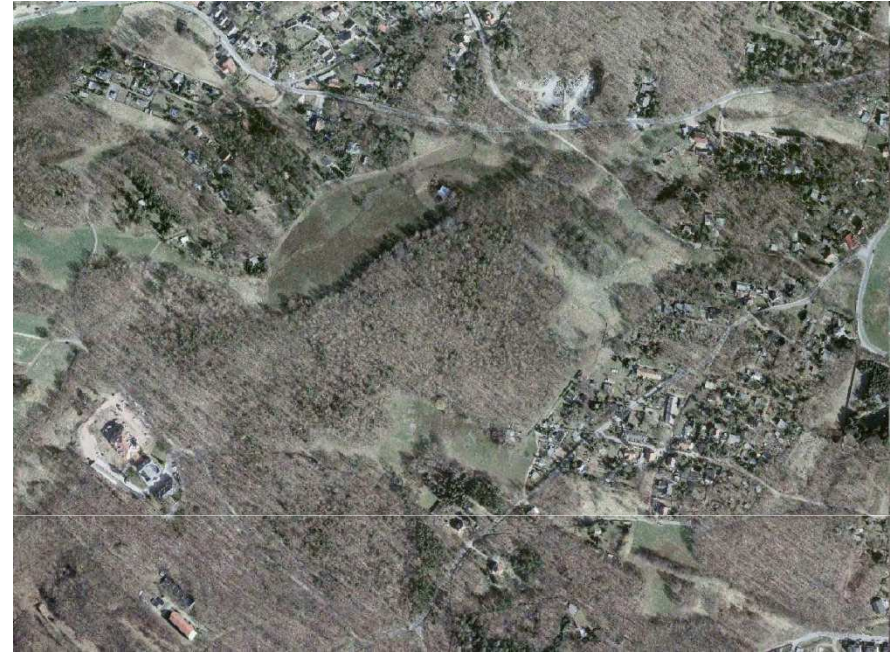
Ortofotosnímek před a po mozaikování

Programy pro podporu a tvorbu ortofotomap



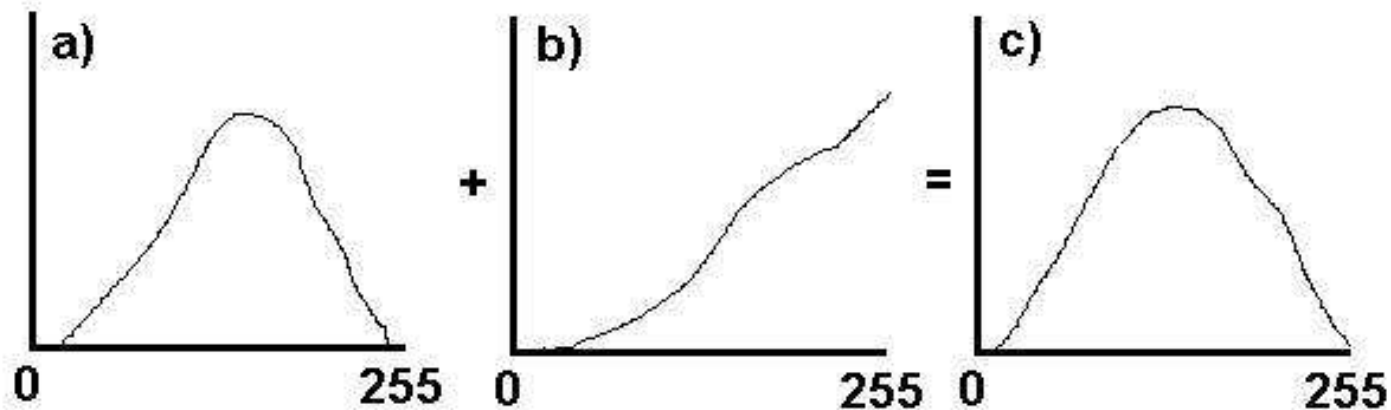
Automatické vs. manuální definování tzv. break lines

Programy pro podporu a tvorbu ortofotomap



Ortofotosnímek před a po radiometrických úpravách

Přizpůsobení histogramu:



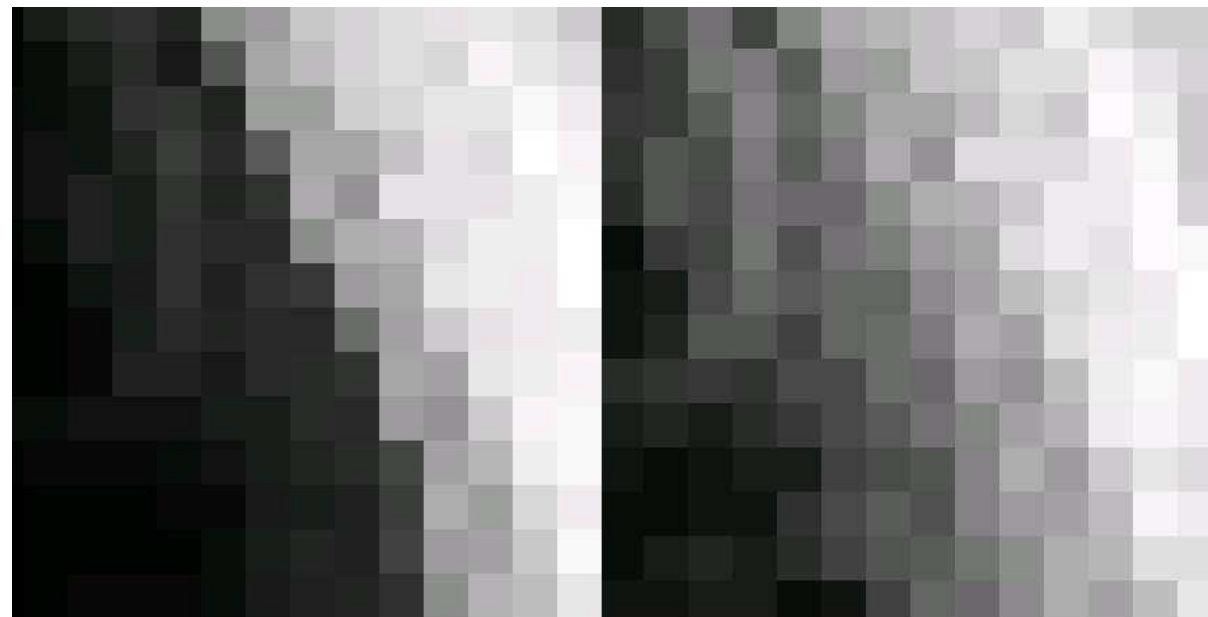
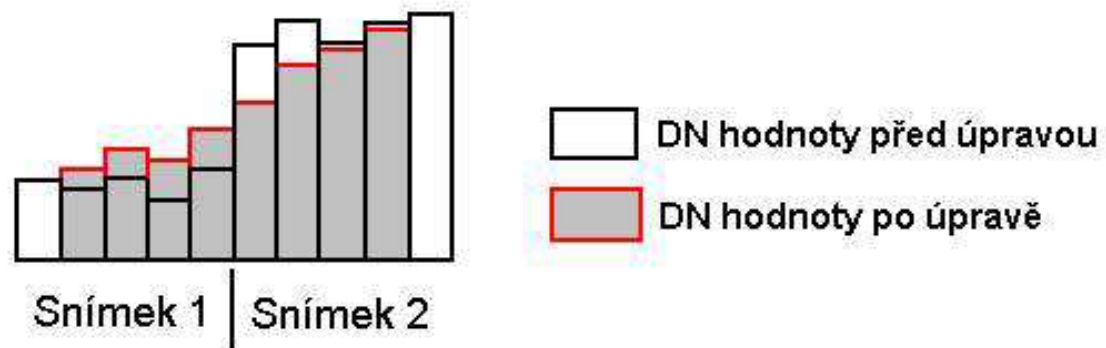
Nadefinuje se rozsah výsledné mozaiky a umístí se do ní první snímek.

Na základě vybraného vzorku pixelů z cílového snímku se vypočte zobrazovací tabulka (LUT).

Histogram každého dalšího snímku připojovaného do mozaiky je upraven podle vzorové zobrazovací funkce

Výsledkem je radiometricky vyrovnaný obraz

Úpravy kontrastu na styku dvou snímků (blending)



Kartografické práce

- Rozdělení mozaiky do jednotlivých mapových listů
- Doplnění ostatními základními kompozičními prvky mapy (název, měřítko, legendu a tiráž).
- Vlastní mapové pole je často doplňován o průběh administrativních hranic, anotací význačných objektů, čísla parcel, zákres některých liniových prvků, vrstevnic, atd.
- Doplnění nadstavbových kompozičních prvků (směrovka, logo, vedlejší mapy, tabulky, grafy, schémata, textové pole, blokdiagramy, ...)

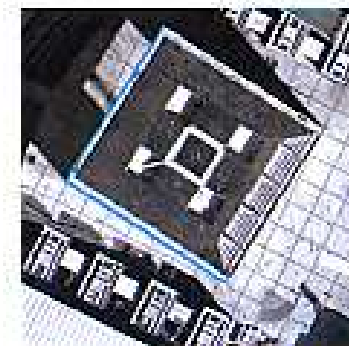
V závislosti na dodaných dalších kompozičních prvcích rozlišujeme:

- **Fotoplán** – obsahuje rám a některé rámové údaje, případně síť souřadnic.
- **Fotomapa** – je doplněna písmem, kartografickými značkami, liniovými prvky a často také kresbou vrstevnic

Pravé ortofoto (True orthophoto)

S digitálními snímky lze jistým způsobem řešit i některé problémy, které v prostředí analogové či analytické fotogrammetrie byly neřešitelné:

- problém zakrytých prostor - určení výšek jednotlivých budov, automatické či manuální posunutí střech objektů nad jejich půdorys
- využití DEM na místo DTM k vlastní ortorektifikaci
- „digital building model“ - DBM
- problém stínů
- snímkování z více pozic, tak aby **každý** bod byl alespoň na jednom snímku
- vytváření „**True ortofoto**“



Pravé ortofoto (True orthophoto)

Porovnání „klasického“ překreslení s projevem "kácení" budov v centru města Brna a výsledku překreslení snímku v podobě true orthophoto .



Zdroj. <http://www.geodis.cz/sluzby/ortocity>

True orthophoto

Problém zakrytých prostorů a chybějících obrazových dat



Obrázek č.3



Obrázek č.4



Regular orthophoto



True Orthophoto

Další postupy využívající principů fotogrammetrie

- Pixometrie
- Laserové snímání

Pictometry



© BLOM info

Pixometrie (PixoView) je speciální způsob leteckého snímkování, při kterém se využívá šikmých snímků.

Umožňuje získat snímky i s výškou budov a vytvářet perspektivní pohledy.

Five views



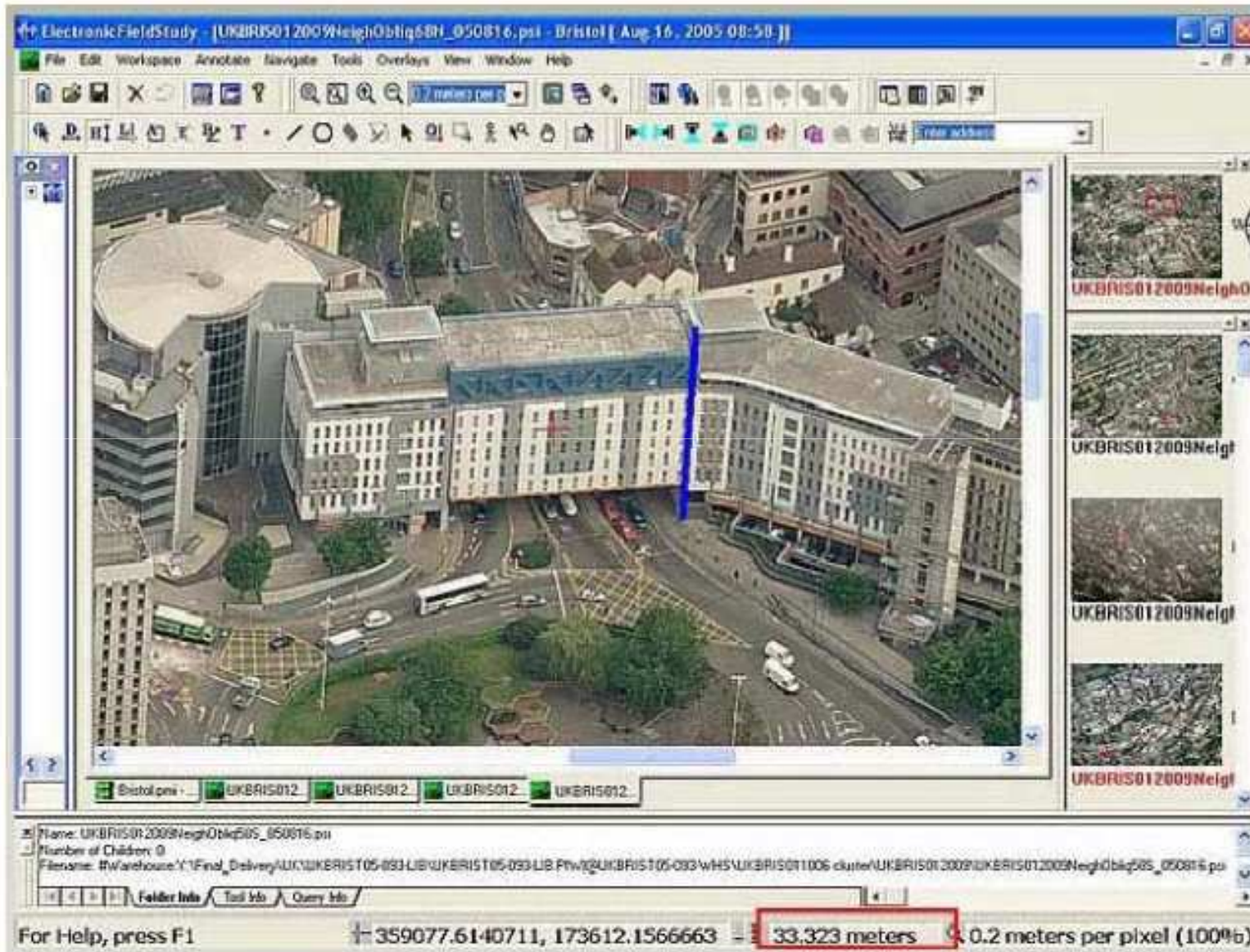
Pixometrie

- Snímkování pomocí 5-ti kamer s různou osou záběru
- Vertikální slouží k tvorbě ortofoto,
- Šikmé – pod úhlem 40 stupňů, výška letu 2000 m pixel 30 cm (community images) resp. 1500 a 10 cm (neighborhood images)
- GPS/IMS
- Známý souřadnice každého pixelu

<http://www.pictometry.com/home/home.shtml>

<http://www.geodis.cz/sluzby/sikme-snimkovani-pixoview>

Vytváření perspektivních pohledů s využitím šikmé fotografie



© BLOM info

3D modely měst

